

Rancang Bangun Alat Pemurni Air Menggunakan Metode Fuzzy

Mohamad Agung Prawira Negara
mohagungpn@gmail.com
Universitas Jember

Badrul Munir
badrilmunir.jbr@gmail.com
Universitas Jember

Satryo Budiutomo
satryo.budiutomo@yahoo.com
Universitas Jember

Abstrak

Air merupakan zat yang paling penting bagi kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat dari tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun yang sanggup hidup tanpa air lebih dari 4-5 hari. Pengkonsumsian air kotor dapat menimbulkan banyak penyakit. Pada tugas akhir ini dirancanglah sebuah alat pemurni air yang digunakan untuk menyaring air kotor agar layak digunakan. Sensor yang digunakan pada alat ini antara lain sensor pH, sensor TDS dan sensor turbidi untuk mengukur apakah air layak digunakan atau tidak. Logika fuzzy digunakan pada alat ini untuk mengambil keputusan apakah air layak digunakan atau perlu dilakukan penyaringan kembali. Arduino UNO digunakan sebagai pemroses utama sekaligus mengontrol pompa yang digunakan untuk menyaring air. Error pembacaan sensor turbidi 1 dan 2 adalah sebesar 2,46% dan 1,46%. Error pembacaan sensor pH 1 dan 2 adalah sebesar 1,32% dan 0,56%. Error pembacaan sensor TDS 1 dan 2 adalah sebesar 0,89% dan 0,77%. Error defuzzifikasi adalah sebesar 0%

Kata Kunci — logika fuzzy, sensor pH, sensor TDS, sensor turbidi.

Abstract

Water is the most important substance for life after the air. About three-quarters of our body consists of water and no one can live without water for 4-5 days. Consumption of dirty water can cause many diseases. In this final project designed a water purifier that is used to filter the dirty water to be fit for use. The sensor used in this tool include a pH sensor, TDS sensor and turbidity sensor to measure whether the water is fit for use or not. Fuzzy logic is used in this tool to take a decision whether the water is fit for use or is necessary to re-screening. Arduino UNO is used as the main processor while controlling the pumps used to filter water. Error reading sensor turbidity 1 and 2 amounted to 2.46% and 1.46%. Error reading pH sensors 1 and 2 are 1.32% and 0.56%. Error reading sensor TDS 1 and 2 are 0.89% and 0.77%. Error defuzzification is 0%.

Keywords — fuzzy logic, pH sensor, TDS sensor, turbidity sensor.

I. PENDAHULUAN

Air merupakan zat paling penting dalam kehidupan setelah udara. Sekitar tiga per empat bagian tubuh kita terdiri dari air dan tidak seorangpun dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa meminum air. Air juga digunakan untuk keperluan industri, pertanian, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi dan lain-lain[1].

Pengkonsumsian air yang tercemar, dapat menimbulkan berbagai masalah terutama masalah kesehatan. Salah satu

contoh kasus yang pernah terjadi yaitu pada tahun 1950 di teluk minamata jepang pernah terjadi pencemaran logam berat yang meracuni penduduk lokal sehingga menyebabkan kerusakan syaraf yang permanen. Oleh karena itu diperlukan adanya sebuah alat yang dapat memurnikan air sehingga air tersebut dapat dikonsumsi secara aman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sensor pH

Sensor pH adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman dari sebuah larutan. Prinsip dasar dari sensor ini yaitu perbedaan potensial elektrokimia yang terdapat didalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini berupa tegangan bukan arus.

B. Sensor TDS

Total dissolved solid adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jumlah garam-garaman dan jumlah bahan organik yang terlarut dalam air[2]. Sensor TDS memanfaatkan sifat air dimana air murni merupakan isolator, akan tetapi air yang telah memiliki bahan terlarut didalamnya akan berubah menjadi konduktor. Semakin banyak padatan terlarut yang terdapat pada air, maka air tersebut akan menjadi konduktor yang semakin baik

C. Sensor Turbidi

Sensor turbidi digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air dalam satuan NTU. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu membiaskan cahaya yang diterima sensor optik. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, semakin kecil tingkat kekeruhan air tersebut.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Sistem

Pada Gbr. 1 adalah alur sistem yang digunakan pada alat ini. Terdapat tiga jenis sensor yang masing-masing jenis



sensor terdapat dua buah yang nantinya akan diletakkan pada tempat penampungan awal dan tempat penampungan akhir air. Nilai yang didapatkan oleh sensor pada bak penampungan awal nantinya akan diolah oleh arduino menggunakan metode fuzzy apakah air perlu disaring ulang atau tidak. Ada dua buah pompa air yang berfungsi untuk memompa air dari tempat penampungan awal menuju kotak filtrasi dan untuk melakukan filtrasi ulang. Hasil dari pembacaan sensor dan fuzzy akan ditampilkan pada sebuah lcd 20x4

B. Perancangan Sensor pH

Sensor pH terdiri dari dua bagian utama yaitu *probe* dan *driver*. Sensor ini sendiri menghasilkan keluaran berupa tegangan.

C. Perancangan Sensor TDS

Sensor TDS ini menggunakan dua buah komponen utama yaitu sebuah kabel power dan sebuah resistor 10kΩ. Kemudian rangkaian tersebut disambungkan dengan sumber sebesar 5V DC. Rangkaian dari sensor ini dapat dilihat pada Gbr. 2.

D. Perancangan Sensor Turbidi

Sensor turbidi ini menggunakan sebuah led berwarna kuning dan sebuah LDR dengan dua buah resistor. Led dan LDR diletakkan pada sebuah pipa tertutup yang telah diberi lubang sebelumnya agar air dapat masuk kedalam pipa tersebut. Rangkaian dari sensor ini dapat dilihat pada Gbr. 3.

E. Desain Kontrol Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersama.[3]

Dalam alat ini *input* fuzzy yang digunakan ada tiga yaitu pH, TDS dan turbidi. Pada *input* pH dibagi dalam tiga himpunan yaitu asam, normal dan basa. Fungsi keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{asam}} = \begin{cases} 1; & \rightarrow x \leq 4,5 \\ (6,5-x)/6,5-4,5; & \rightarrow 4,5 \leq x \leq 6,5 \\ 0; & \rightarrow x \geq 6,5 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{normal}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 6 \text{ atau } x \geq 8,5 \\ (x-6)/7-6; & \rightarrow 6 \leq x \leq 7 \\ (8,5-x)/8,5-7; & \rightarrow 7 \leq x \leq 8,5 \end{cases} \quad (2)$$

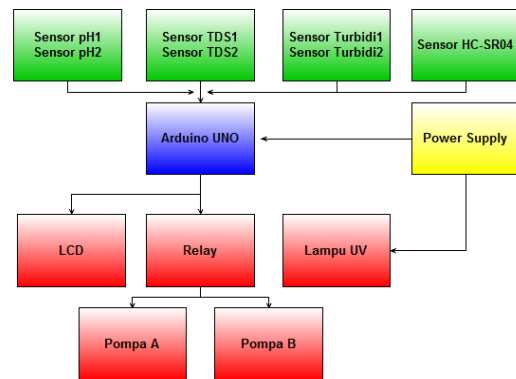
$$\mu_{\text{basa}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 8 \\ (x-8)/10,5-8; & \rightarrow 8 \leq x \leq 10,5 \\ 1; & \rightarrow x \geq 10,5 \end{cases} \quad (3)$$

Pada *input* TDS dibagi dalam tiga himpunan yaitu sedikit, sedang dan banyak. Fungsi keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

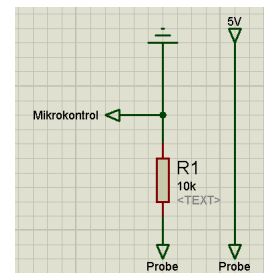
$$\mu_{\text{sedikit}} = \begin{cases} 1; & \rightarrow x \leq 125 \\ (250-x)/250-100; & \rightarrow 100 \leq x \leq 250 \\ 0; & \rightarrow x \geq 250 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{sedang}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 200 \text{ atau } x \geq 500 \\ (x-200)/350-200; & \rightarrow 200 \leq x \leq 350 \\ (500-x)/500-350; & \rightarrow 350 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (5)$$

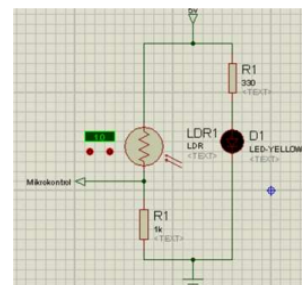
$$\mu_{\text{banyak}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 450 \\ (x-450)/625-450; & \rightarrow 450 \leq x \leq 625 \\ 1; & \rightarrow x \geq 625 \end{cases} \quad (6)$$



Gbr. 1 Blok diagram sistem



Gbr. 2 Rangkaian sensor TDS



Gbr. 3 Rangkaian sensor turbidi

Pada *input* turbidi dibagi dalam tiga himpunan yaitu sangat jernih (SJ), jernih dan keruh. Fungsi keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{SJ}} = \begin{cases} 1; & \rightarrow x \leq 1 \\ (2,5-x)/2,5-1; & \rightarrow 1 \leq x \leq 2,5 \\ 0; & \rightarrow x \geq 2,5 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{jernih}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 2 \text{ atau } x \geq 5 \\ (x-2)/3,5-2; & \rightarrow 2 \leq x \leq 3,5 \\ (5-x)/5-3,5; & \rightarrow 3,5 \leq x \leq 5 \end{cases} \quad (5)$$

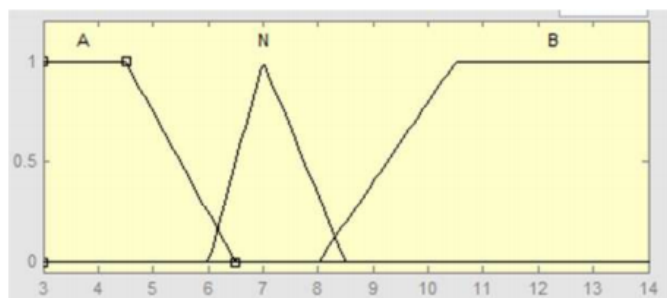
$$\mu_{\text{keruh}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 4,5 \\ (x-4,5)/10-4,5; & \rightarrow 4,5 \leq x \leq 8 \\ 1; & \rightarrow x \geq 8 \end{cases} \quad (6)$$

Pada *output* dibagi menjadi dua himpunan yaitu layak dan tidak layak. Fungsi keanggotaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

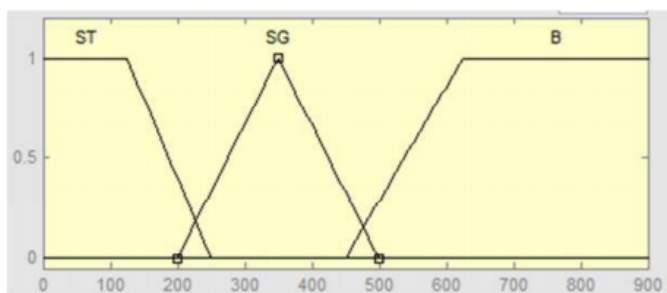
$$\mu_{\text{tidak layak}} = \begin{cases} 1; & \rightarrow x \leq 2 \\ (6-x)/6-2; & \rightarrow 2 \leq x \leq 6 \\ 0; & \rightarrow x \geq 6 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{\text{jernih}} = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq 4 \\ (x-4)/8-4; & \rightarrow 4 \leq x \leq 8 \\ 1; & \rightarrow x \geq 8 \end{cases} \quad (5)$$

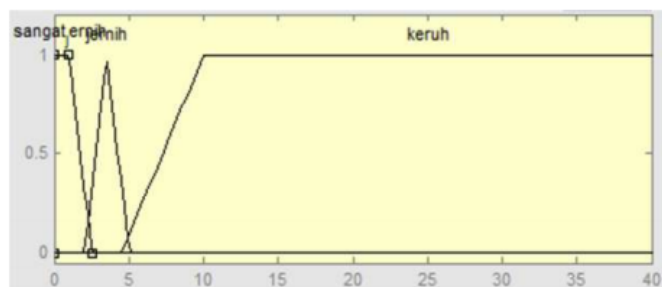
Adapun pembagian himpunan dari *input* dan *output* fuzzy diatas dapat dilihat pada Gbr. 4, Gbr. 5, Gbr. 6, dan Gbr. 7. Dari persamaan diatas nantinya akan didapatkan *rule base* sebanyak 27, dari *rule base* tersebut akan didapatkan apakah air yang telah disaring layak atau tidak.



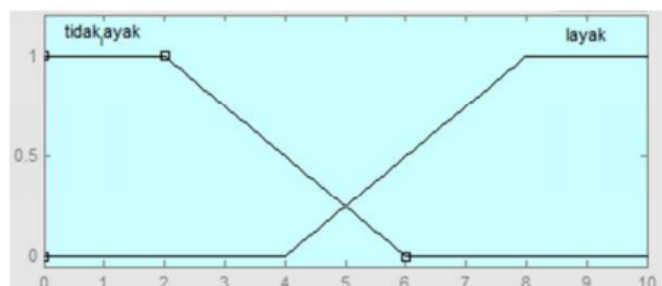
Gbr. 4 Himpunan pH



Gbr. 5 Himpunan TDS



Gbr. 6 Himpunan turbidi



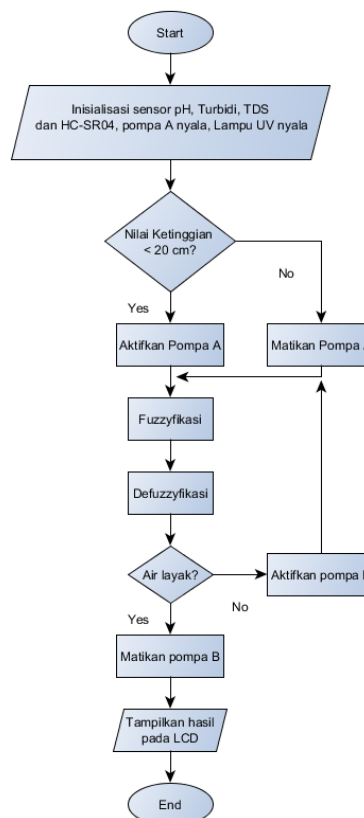
Gbr. 7 Himpunan output

F. Diagram Alir

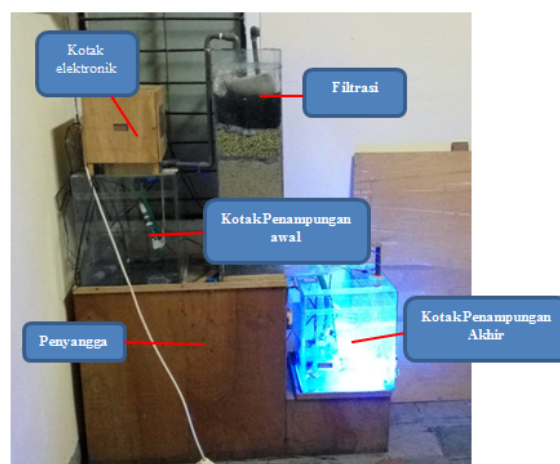
Secara garis besar, diagram alir cara kerja alat ini tertera pada Gbr. 8. Pada diagram tersebut menunjukkan proses alat ini bekerja dari awal hingga air layak digunakan.

G. Rancang Bangun Alat

Rancang bangun alat ini dapat dilihat pada Gbr. 9. Pada alat ini terdapat lima buah bangun utama yaitu kotak elektronik, penampungan air awal, filter, penampungan air akhir dan penyangga.



Gbr. 8 Diagram alir cara kerja alat



Gbr. 9 Rancang bangun alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan menggunakan 10 buah sampel air dengan tingkat keasaman yang berbeda. Pengujian ini juga membandingkan hasil yang didapatkan oleh sensor dengan alat ukur sebenarnya berupa pH meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gbr. 10.

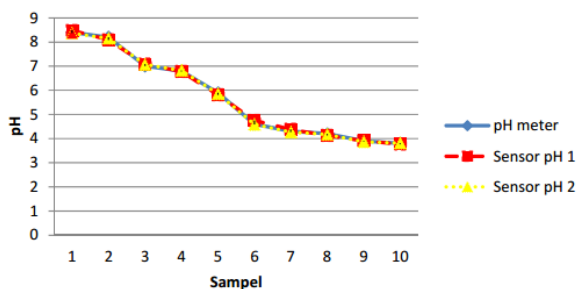
B. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan menggunakan 10 buah sampel air yang diambil secara acak. Pengujian ini juga membandingkan hasil yang didapatkan oleh sensor dengan alat ukur sebenarnya berupa TDS meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gbr. 11.

C. Pengujian Sensor Turbidi

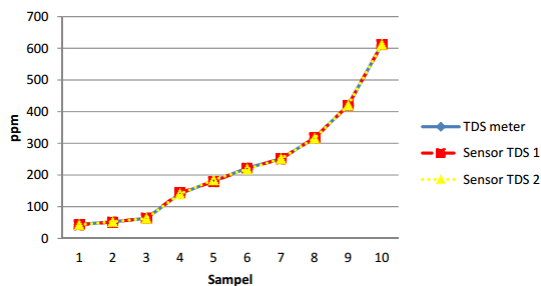
Pengujian sensor Turbidi dilakukan dengan menggunakan 10 buah sampel air yang diambil secara acak. Pengujian ini juga membandingkan hasil yang didapatkan oleh sensor dengan alat ukur sebenarnya berupa TDS meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gbr. 12.

Hasil pengujian sensor pH



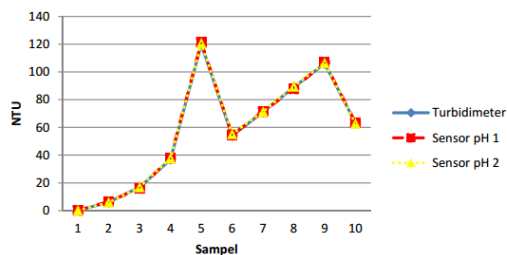
Gbr. 10 Pengujian sensor pH

Grafik pengujian sensor TDS



Gbr. 11 Pengujian sensor pH 2

Hasil pengujian sensor turbidi



Gbr. 12 Pengujian sensor TDS 1

D. Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara meletakkan sebuah papan kayu didepan sensor. Sensor akan digunakan untuk mengukur jarak sebanyak sepuluh kali. Hasil yang didapatkan oleh sensor kemudian akan dibandingkan dengan alat ukur baku berupa sebuah penggaris. Hasil pengujian sensor ini dapat dilihat pada Gbr. 13.

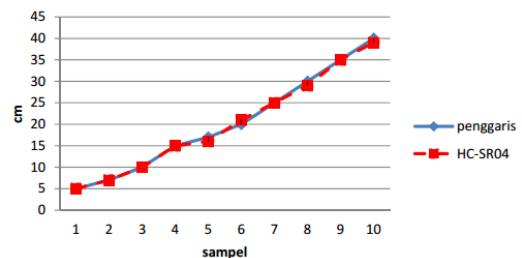
E. Pengujian Fuzzy

Pengujian fuzzy ini membandingkan keluaran dari arduino dengan hasil dari simulink matlab. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel I. dapat terlihat pada tabel bahwa program fuzzy yang digunakan sudah sesuai dengan hasil yang didapatkan simulink matlab. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa fuzzy yang digunakan sudah sangat sesuai dengan error persen rata-rata sebesar 0%.

F. Pengujian Akhir

Pengujian akhir ini bertujuan untuk membandingkan apakah waktu penyaringan air hingga mencapai layak. Pada pengujian ini digunakan sepuluh bahan uji air yang diambil secara acak, air tersebut kemudian akan disaring dan dibandingkan lama waktu penyaringan antara penyaringan manual dan penyaringan menggunakan metode fuzzy manakah yang mampu menyaring lebih cepat dan dengan hasil air yang layak minum. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada Gbr. 14, Gbr. 15, Gbr. 16 dan Gbr. 17.

Hasil Pengujian Sensor HC-SR04

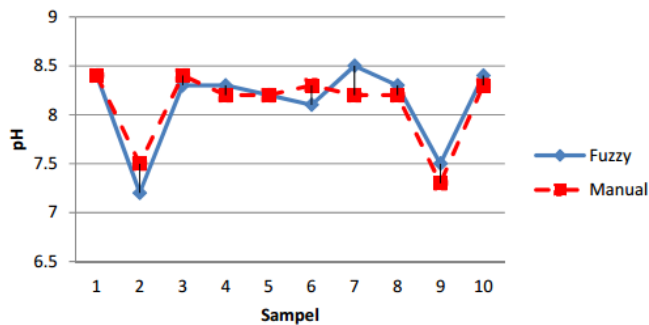


Gbr. 13 Pengujian sensor HC-SR04

TABEL IV
PENGUJIAN FUZZY

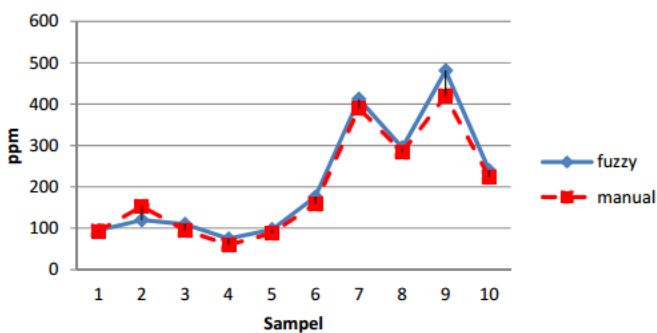
No	pH	Turbidi	TDS	Arduino	Matlab	E%
1	7	20	250	2,44	2,44	0%
2	6	15	200	2,60	2,6	0%
3	7	3,5	250	7,56	7,56	0%
4	7,6	8	100	2,44	2,44	0%
5	8,2	40	450	2,52	2,52	0%
6	5	23	900	2,37	2,37	0%
7	2	11	10	2,23	2,23	0%
8	8	6,7	110	2,55	2,55	0%
9	6,3	37	255	2,52	2,52	0%
10	10	10	10	2,3	2,3	0%
Error % rata-rata						0%

perbandingan pH fuzzy dan manual



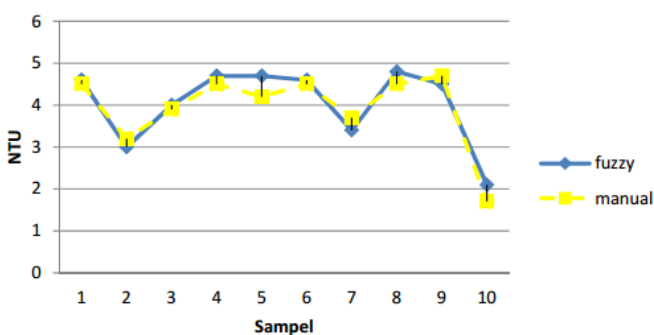
Gbr. 14 Perbandingan nilai pH air

Perbandingan TDS fuzzy dan manual



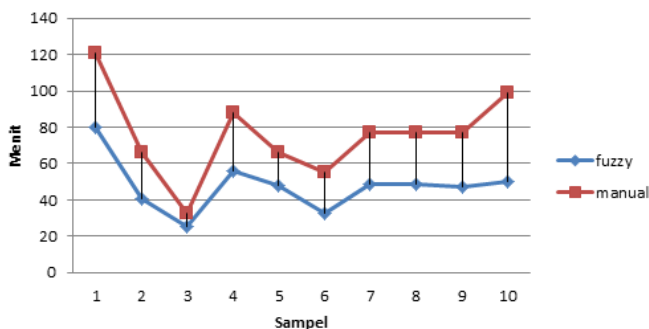
Gbr. 15 Perbandingan nilai TDS air

Perbandingan turbidi fuzzy dan manual



Gbr. 16 Perbandingan nilai turbidi air

Perbandingan lama waktu penyaringan



Gbr. 17 Pengujian lama penyaringan

Dari hasil pengujian akhir ini kedua metode pengujian yang digunakan manual dan fuzzy sama-sama dapat memenuhi standar yang digunakan, yaitu dengan pH normal berkisar antara 6,5-8,5. Dari nilai padatan terlarut yang terukur juga masih dalam batas aman yaitu dibawah 500 ppm. Dari nilai kekeruhan kedua metode juga telah memenuhi syarat yaitu dibawah 5 NTU. Pada lama waktu penyaringan terlihat perbedaan yang sangat mencolok dimana penggunaan metode fuzzy dapat mempersingkat lama waktu penyaringan dari kesepuluh sampel air yang diuji. Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa penggunaan metode fuzzy dapat menghasilkan air layak minum lebih cepat daripada tidak menggunakan metode atau penyaringan secara manual.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian yang berjudul “rancang bangun alat pemurni air menggunakan metode fuzzy” didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil pengujian dari semua sensor menunjukkan bahwa sensor yang digunakan sudah layak, hal ini dibuktikan dari grafik pengujian sensor yang berhimpit dengan alat ukur.
2. Alat ini sudah dapat menghasilkan air yang layak untuk dikonsumsi.
3. Penggunaan metode fuzzy mampu mempersingkat lama waktu penyaringan.

REFERENSI

- [1] Chandra, B. “*Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Cetakan Pertama”. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2006.
- [2] World Health Organisation. “*Criteria and Other Supporting Information*, Cetakan 2(2)”. Geneva, 1996
- [3] Sri Kusumadewi. dan Sri Hartanti. “*NEURO FUZZY : Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*”. Yogyakarta. Graha Ilmu, 2006.



